

Technical note

New developments in cotton crop protection against pests in French-speaking sub-Saharan Africa*

J. Cauquil

Plant protection division, IRCT-CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France.

Abstract

Seed cotton yields have increased from 400 kg to 1 120 kg per hectare in francophone countries in sub-Saharan Africa over the past fifteen years. The author describes the main pests and then the active ingredients, doses, application techniques and treat-

ment programmes currently used. New trends and new requirements lead to proposing guide-lines for the main components of plant protection with a view to reducing its cost.

KEY WORDS : Africa, cotton plant, pests, spraying techniques, insecticides, plant protection, cost reduction.

General observations

In the ten French-speaking sub-Saharan African countries (Benin, Burkina Faso, Cameroon, Central African Republic, Côte d'Ivoire, Mali, Niger, Senegal, Chad, and Togo), cotton is essentially produced by small farmers (owing from 0.25 ha to 20 ha). The region enjoyed a spectacular development during the last two decades, producing from 320 000 tons of seed cotton in 1970 to almost 1 300 000 tons in 1988. Unit yields have improved from 400 kg, to more than one ton per hectare (1 120 kg/

ha), while some countries, like Côte d'Ivoire or Mali, reach close to an average of 1 400 kg/ha.

This development is the result of a series of technological transfers, including in particular pest control measures. Areas under insecticide protection, with a minimum of three applications, increased during the same period from 25% to close to 80%.

Current plant protection problems

Cotton protection against pest depends on several factors: the occurrence of major pests, the application of insecticides and their doses, spraying methods and other components of the control program.

Major pests

Cotton pests can be divided into four groups:

1) Pests of the reproductive system: buds, flowers and bolls. They are potentially the most dangerous: they are mostly larvae of *Lepidoptera* spp.: *Heliothis armigera*,

Diparopsis watersi, *Earias biplaga* and *Earias insulana*, *Pectinophora gossypiella*, *Cryptophlebia leucotreta*. By the end of the fruiting period, damages are also inflicted by several species of pricking Hemiptera: *Pyrrhocoridae* (*Dysdercus* spp.), *Pentatomides*.

2) Leaf worms: *Spodoptera littoralis*, *Sylepta derogata*, *Cosmophila flava*.

3) Sucking insects: jassids, whiteflies, coccids. These insects are potential vectors of biologically transmitted cotton diseases (viral disease or mycoplasma like

* Publication presented in English at ICAC, Phoenix, Arizona in October 1989.

organisms). *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Ferrisia virgata* produce harmful honeydews.

4) Mites: *Polyphagotarsonemus latus* is active in wooded ecosystems where annual rainfall exceeds 1000 to 1200 mm. Red spiders are economically less important and are limited to some areas: central area in Côte d'Ivoire, southern part of Benin and Togo.

Insecticides and applied doses

In 1983-89, insecticide purchases (13 millions liters of commercial products in ULV 3 l/ha. equivalent) were as follows: binary associations, i.e., pyrethrinoids organophosphates, 89%; pyrethroids only 9.7%, and first generation insecticides (monocrotophos), 1.3%. In 1983-84, the percentages were, respectively, 61%, 31% and 8% (organochlorates).

Active ingredients (a.i.) purchased during the last three crop years (1986 to 1988) were, in tons and by decreasing order of importance :

- pyrethroids: cypermethrin, 214; fenvalerate, 167; alpha-cypermethrine, 79; cyfluthrin, 45; deltamethrin, 25; cypermethrine high cis, 15; cyalothrin L, 6 and biphenthrin, 0.3 ;

- organophosphates: profenofos, 934; dimethoate, 737; chlorpyrifos ethyl, 464; triazophos, 393; monocrotophos, 274; omethoate, 34 and isoxathion, 7.

Pyrethroids are efficient against boll larvae; initially, these a.i. were used alone; however, imbalances observed in the fauna associated with cotton led users to combine them with organophosphates (OP).

Among the latter, three have systemic properties and are efficient against sucking insects (mostly aphids and whiteflies) dimethoate, monocrotophos and omethoate. The other four are used against mites and are active against tarsonems at a rate of 250-300 g/ha; with a higher dose (400-450 g), they can be used against aphids or whiteflies as well.

Every year, insecticides are purchased by the Cotton Development Corporations, following recommendations of the research organizations. Purchases for the whole country are made on a tender basis or through negotiated contract.

Generally, technical specifications limit the choice of molecules, their formulation and their presentation (packing), thus, parallel trade is eliminated and control over the cotton insecticides market is obtained, something which does not exist in some other countries.

Recommended doses are expressed as amount of a.i. to be used over one hectare per application; this is much more rational than specifying the amount (ml) of formulation to be mixed with water or with another solvent. The amount

of water or solvent depend on the growing stage of the cotton plant and on the spraying method.

The doses are average and have never led to losses in efficiency against the target pests for example, cypermethrin, at the rate of 30 to 40 g/ha, deltamethrin, at 7.5 to 12 g/ha, dimethoate, at 300 to 400 g/ha, triazophos, at 150 to 300 g/ha, profenofos, at 250 to 450 g/ha.

Spraying techniques

Since 1975, ULV (Ultra Low Volume) sprayers with spinning disc, with application rates of 1 to 3 liters per hectare, have progressively become the equipment of choice and are currently used to protect 99% of the treated area. Some resistance to ULV is expressed in Burkina Faso, where farmers still use the conventional knapsack sprayer with an horizontal boom. Three brand names are used: Berthoud S.A. (C8), Micron Sprayers (Ulva 8, Micro Ulva) and Tecnomia (Giro 1).

As a rule, the amount of formulation used per hectare is 3 liters of a ready-made formulation; however, Benin recommends 2.5 liters, while Cameroon, which had originally recommended 3 liters, decreased the amount to one liter in 1985-86, followed by Chad in 1987.

The popularization of ULV ground spraying is related to its speed of application (3 to 4 times faster than with a constant pressure conventional sprayer using an horizontal boom, with a swath every five or six rows, instead of every two) and to its ease of use. Such advantages have been enthusiastically welcomed by farmers and this technological transfer is undoubtedly the primary reason for the increase in protected areas in the zone under study, carrying with it a spectacular increase in productivity.

However, from the standpoint of coverage, even though small diameter (60 to 100 μ) droplets are more numerous than with conventional spraying, they do not penetrate deeply enough in the plant mass: the lower parts of the cotton plant and the underside of the leaves are rarely treated.

This spraying technology has proved to be quite successful in controlling pest (boll larvae) established in the higher part of the plants, but it is not quite so successful in the case of other pests, such as aphids, whiteflies and mites. These drawbacks of the ULV method may increase with an application at the rate of 1 l/ha.

Proposed improvements are twofold. In Côte d'Ivoire, it is recommended to decrease the width of the treated band from 5-6 rows (4-4.8 m) to 2-3 rows, (1.6-2.4 m). This method, which has led to interesting experimental results, is difficult to popularize among the farmers. Cameroon, followed by other producing countries (Côte d'Ivoire, Central African Republic, Chad) recommends very low volume (VLV) spraying: a concentrated emulsion is diluted in water, so as to obtain a rate of 8-10 liters per hectare.

The equipment is the same as for ULV: only the diameter of the nozzle, as well as the rotating speed of the disc, change. The equipment is used with a swath of 2 to 3 rows, depending on the stage of growth of the cotton plants.

VLV results in larger (100 µm) heavier droplets than with ULV, but comparable in number. Coverage is similar

on the higher part of the plant and better at their base. In both cases, the underside of leaves get few droplets.

Control of major pests is more efficient with VLV, particularly in the case of sucking insects and yellow mites (Table 1).

TABLE 1
Comparison of ULV and VLV efficiency: biological criteria and seed cotton. Yield, during two years of experiments (1987 and 1988) in seven countries.

Country	Number of tests	Boll worms	Aphids	White-flies	Tarsonemus	Yield
Bénin	1	-	-	-	-	B
Cameroon	2	A, B	A, A	A, A	-	A, B
Central African Republic	1	-	-	-	A	A
Côte d'Ivoire	1	-	-	-	A	A
Mali	1	C	A	-	-	B
Chad	1	A	-	-	-	B
Togo	2	A, B	A	A	-	A, A
Total tests	9	6 (3A, 2B, 1C)	4 (4A)	3 (3A)	2 (2A)	9 (5A, 4B)

A: VLV better than ULV (significant difference of at least 5 %).

B: VLV similar to ULV.

C: VLV inferior to ULV.

Although energy costs are higher than with ULV (spraying takes twice as long and more batteries are required, i.e., for 7 sprayings, 7 batteries with ULV at a rate of 1 l/ha, and 10 to 12 batteries, with VLV at a rate of 10 l/ha), this new method could lead to savings. Contrary to ULV, which sprays ready-made formulations, it gives an opportunity to separate the various a.i. according to needs: pyrethrinoid or organophosphates can thus be applied separately. In addition, the amounts of a.i. can be adjusted in accordance with infestation level.

Spraying program components

In the current state of knowledge, cotton protection against pests must be achieved through well thought-out chemical control. In all the countries under consideration and for reasons of efficiency and logistics, control programs are defined beforehand in accordance with the physiological development of the cotton plant.

- Date of the first application is established in accor-

dance with the range of pests: priority protection during reproductive phase of the cotton plant, control of mites and sucking pests.

Depending on the ecosystems, applications start every, 40-45 days after germination (northern Côte d'Ivoire) or later, 60 days (Chad) or even 75-80 (Central African Republic).

- The number of sprayings depends on the length of the useful reproductive phase to be protected (flower-boll cycle) and on the profitability of the spraying in the light of potential yield. There are 4 to 6 sprayings, depending on the countries, with outer values of 3-4 in Central African Republic and 8-9 in Cameroon.

- The interval between two spraying depends on many factors: plant physiology, pest biology, insecticide persistence, climate. It is difficult to go beyond 14 days. In some countries, the interval can be reduced to 10-12 days, and sometimes to 7 days.

Trends and changes during the last few years

Intensification of cotton cultivation, economic difficulties in national cotton channel and various other factors have influenced pest control on cotton plants. We will study these changes in two areas: cropping systems and attitudes of participants.

Cropping systems

Following improvements in mechanized ploughing and in mineral fertilization, plant growth is sometimes very important, making it difficult to obtain a good coverage when the plant has reached its maximum size. On the other hand, the combined use of ULV applications and pyrethroids alone has, in many cases, destroyed the animal balance to the benefit of the pests (sucking insects, tarsonems) which live under the leaves or in the lower part of the plant. In addition, the improvement in yield of other crops postpones harvesting of seed cotton when this one occurs later than those of maize or sorgho. In this situation cotton may remain standing up to two or three months after boll opening, so that exsudates honeydew caused by aphids or whiteflies are irreversibly attached to the fiber.

In addition to the parcels of cotton officially declared, on the basis of which farms inputs are allocated, farmers often add supplemental parcels for which no farm inputs are obtained. In the case of insecticides, this results in decreased doses, even though the number of sprayings is rarely changed. In some countries, such as Mali, Côte d'Ivoire and Burkina Faso, the use of cattle as draught animals or intermediate mechanization has dramatically increased the cotton area, which may reach about ten hectares. We are then no longer dealing with a farmer, but with a true entrepreneur who has reached this stage thanks to more sophisticated spraying methods.

Rotation involves cotton with improved crop which may unbalance the range of pests to the benefit of some species: *Heliothis armigera*, *Cryptophlebia leucotreta* follow maize and sorghum, many *Hemiptera* spp. are associated with legumes, whiteflies are thriving on vegetables or cassava. Under a rotation system, the fact that cotton plants are not destroyed following harvest promotes infestation

by *Pectinophora gossypiella*. Also vectors of biologically transmitted diseases (blue disease, mosaic) become infectious while feeding on sick cotton regrowth in the interval between crops.

Attitude of participants

In most countries concerned, farmer's technology has improved while administrators/extension agents are less and less interested in field work for a variety of reasons. As a consequence, farmers are less dependent on plant protection recommendations. The establishment of collective farming structures, such as cooperatives, associations or village groups, often leads to input management and to the collective responsibility for their payment which, as such, is a good thing. However, when the family head delegates to his children the ULV spraying, the impact is less positive: the task is so simple and easy that grown men no longer want to perform it.

Prodded by donor agencies, cotton development corporations have set up various measures to reduce operation costs. Supervision is becoming increasingly loose and, since salaries do not always follow the increase in cost of living, extension service staff no longer perform their work as well as before and has lost their motivation. In any case, they are judged more on their management abilities than on their agricultural knowledge.

Insecticides are less and less subsidized and are in most cases sold at real costs, leading farmers to reduce unit applications.

Since accountants wield more power than agronomists, some economic solutions appear to be dangerous, such as the purchase of pyrethroids alone for a part of the program, through the elimination of organophosphates in the formulation, use of a ULV doses of merely 1 l/ha, etc.

Along the same lines, the calendar protection program is being put into question to the benefit of other programs that use application thresholds which would lead to savings in pest control expenditures.

Savings potentials in the spraying program

Savings can be achieved in two main areas of plant protection.

- Formulations used and application on method of a commercial product
- Spraying program.

Savings linked to formulation and to application method

Some monetary savings can be achieved with commer-

cial formulations without changing the recommended amount and quality of a.i.

Wrapping and packaging are less expensive when metal drums of 50 to 200 liters are used, instead of packaged doses of low volume cans (1 to 5 l); however, risks of pollution obviously increase.

On the other hand, program regionalizing enables the purchase of a.i., best adapted to target pests: for example, the most efficient pyrethroids against a specific boll larva

or organophosphates specifically acting on aphids, white-flies or mites, as the case may be.

The amounts applied and the doses used can be adjusted to the stages of plant growth. With ULV, for example, 2 l/ha for the first two applications, 2.5 l/ha for the third and 3 l/ha for the three others. This results in a saving of 2.5 liters of formulations with a program which uses 18 liters in all.

In the case of associated use, some organophosphates, like triazophos or profenofos, provide an opportunity to decrease the dose of pyrethrinoids, while achieving a similar efficiency rate against bollworms; this «potentiation» should therefore be used.

Among the spraying methods developed in the area under consideration, ULV at a rate of 3 l/ha with ready-to-use formulations costs 15 to 20 percent more than an ULV rate with 1 l/ha of the same amounts with a.i. per hectare. Thus, there is a saving of both the necessary solvents and transportation costs.

The flexibility of VLV, which provides for the possibility of separating the a.i., and for adjusting their doses in accordance with the requirements, could lead to substantial savings. Besides, the use of concentrated emulsions provides access to a much more open market than ULV formulations.

New saving-generating programs

Four solutions are possible in this area:

- a reduction in the number of sprayings, through a later start-up date;
- the elimination of one a.i. in one or more sprayings;
- a reduction in doses of sprayed a.i.;
- a «true» spraying threshold.

Delayed start-up of spraying program

The first spraying is not performed at the appointed date (day 45 or day 60 after germination); spraying is postponed until the pests concerned are actually present in the field. This can be conceived as an economic threshold below which the program is not started. This method can result in a saving of one to three sprayings out of a total of six. However, the program is sometimes merely postponed and still includes six sprayings because pests and plants require a continued protection to the end of the cycle.

Elimination of one a.i. in one or more sprayings

In relation to the range of pests, a.i.'s which are normally associated can be separated. Two schemes are possible: a «pyrethroid coverage», with added organophosphates when necessary (against mites or aphids, as the case may be) or an «organophosphate coverage», with a pyrethrinoid being added at the proper time.

This solution is much easier to implement with VLV, because a.i. are easier to separate than with ULV, in which case the ready-made formulation includes as a rule two associated a.i.. In both cases, a simple spraying threshold determines the choice of one of the two alternatives: either one of the a.i.'s or a binary association.

Doubling the spraying with one-third of the dose

It can be done in two ways: in a two-intensity program or through doubling the spraying with one third dose.

- The «two-intensity» program follows the conventional timetable but uses only one-half dose of the selected a.i. until the spraying threshold is reached. Further, spraying is done with normal dose. Depending on whether ULV or VLV is used, the two a.i. can be separated or remain associated.

This type of program offers an advantage over the «true» economic threshold, as the one-half dose sprayed before the threshold is reached can serve as a safety net in the event infestation by a major pest is forgotten. It requires a weekly estimate of the pest situation, before spraying.

- The doubling of the number of sprayings with one-third of the dose, developed at the Bebedjia station, in Chad, is currently disseminated in Cameroon (10,000 ha in 1989).

Spraying is performed twice as often, with a.i. doses being reduced to one-third of normal doses. Thus, in 1988, in the Garoua area, in Cameroon, 118 ha have been treated under this kind of program. The 14 sprayings are split into three phases and compared with the standard 7 spraying program.

- a) 6 sprayings of cyfluthrin at the rate of 6 g a.i./ha + profenofos at the rate of 100 g a.i./ha (normal programme: 3 sprayings at the rate of 18-300 g a.i./ha);
- b) 6 sprayings of cyfluthrin at the rate of 6 g a.i./ha + monocrotophos at the rate of 75 g a.i./ha (normal programme: 3 sprayings at the rate of 18-225 g/ha);
- c) 2 sprayings of monocrotophos at the rate of 100 g/ha (normal programme: 1 spraying at the rate of 300 g a.i./ha).

The VLV method was used with a Berthoud C8; farmers have easily accepted this new type of treatment and the protection levels were similar with both methods.

Obviously, both types of programs require motivated farmers and supervisors. In addition, it is necessary to take care that sprayed a.i. do not lose their efficiency against the target pests. A series of LD50 tests should be conducted throughout the year. The required equipment exists for this, since most producing countries have such facilities.

It is also necessary to take into account the fact that, in

many cases, and for above mentioned reasons, farmers do already spray below the recommended theoretical dose; it is therefore necessary that they be made to understand that the dose they are supposed to use (theoretical dose) has been reduced which does not always mean that they should not decrease the dose they use in practice.

« True » spraying thresholds

This system is much more difficult to implement. The very open ranges of pests include many potential pests and it is difficult to define the threshold since it depends not only on the target pests but also on the yield of the crop to be protected, which varies enormously from one farmer to the other. The quantitative estimate of the threshold is a simple matter in the case of sucking pests, but is difficult with Lepidoptera larvae, particularly those which feed inside the bolls (*Pectinophora*, *Cryptophlebia*). In the latter case, it is necessary to collect and open the fruiting bolls in order to count the larvae in situ. Finally, because of the heterogenous character of the crops, the size of the smallest representative sample of a plot or of a block of several individual plots is much more important in this case than on a mechanized farm.

Other points also require attention:

- the perception of the method of economic threshold evaluation by the extension service staff and by the farmer,
- the rate of scouting (once or twice of week) and its feasibility,
- the accuracy of observations.

Conclusion

As performed in French-speaking sub-Saharan Africa, pest control gives largely positive results. In spite a large and varied population of pests, damages are minimized, thereby leaving room for a satisfactory production, thanks to a managed consumption of insecticides (less than 15 liters of commercial formulation per treated hectare).

This type of rational control involves various complementary factors: a chemical program which voluntarily limits itself to a small number of a.i. (two or three), selected for their efficiency against the dominant pests; cropping practices which are best adapted to local conditions (early ploughing to destroy pupae in the ground, grouping of sowing dates, weeding); adoption of adequate prophylactic measures (destruction of cotton-plants following picking).

Thanks to these various measures, pest control has met so far with no major failure. Spraying of a.i. are still as efficient as ever against the target pests, the insect balance, although impaired, is not irreversibly destroyed and environment is preserved thanks to the use of reasonable amounts of insecticides.

The latter considerations are closely linked to the training level of the staff involved.

For these reasons, the treatment of cotton plants in accordance with true economic threshold will not be achieved in the near future.

It might be used in areas where the range of pests includes boll worms (*Heliothis*, *Diparopsis*), with an exocarpic behaviour, and sucking insects: however, it is difficult to use it in areas infested with boll worms with an endocarpic behaviour.

An intermediate solution is suggested by MARCOUX in Zambia. MARCOUX used only the pre-flowering shedding due to parasites in order to determine the spraying threshold three to five days before the start-up date, followed by an examination every 14 days. The problem is not then to start spraying if the threshold is reached, but, on the contrary, to eliminate one spraying out of five if the threshold is not reached. In 1989, thresholds of 3.5% and 7% parasited organs gave results, with 4 and 3 sprayings, respectively, are comparable to controls (5 sprayings).

The use of a spraying threshold does not always result in savings, as OCHOU and VAISSAYRE have demonstrated in Côte d'Ivoire: it may sometimes lead to a higher number of spraying than provided by the calendar program and, in some cases, might result in production losses. The writers recommended low dose programs and a delayed start-up of the first sprayings.

However, the whole system, which has been operating harmoniously for several years, appears to be fragile: extension service is relaxing, farmers are increasingly weary regarding theoretical recommendations which must be controlled in order to avoid dangerous mistakes. Cotton Corporations question the bases of pest control in order to decrease costs.

Research should meet these needs coordinated action:

- a better knowledge of harmful and useful fauna, so as to regionalize recommendations on pest control.
- updating of the best formulations and spraying schedules in accordance with the various ecosystems.
- experiments with spraying programs which are best adapted to the countries concerned, taking into account the range of pests, the environment and the available means.

However, it is necessary to be aware of the limitations of such measures and to note that they will result in an increased efficiency of pest control rather than in a significant reduction of costs.

In addition, it is important to take into account the risks of such measures: there is an immediate risk, if one or several pests were under estimated at the time when spraying thresholds were established, and there are later

risks of a decreased efficiency of a.i. or of a population explosion of a particular pest following the breakdown of the natural fauna balance.

Bibliography

- CAUQUIL J., 1985. - La protection des cotonniers contre leurs ravageurs en Afrique francophone au sud du Sahara : principe et évolution des techniques. *Cot. Fib. Trop.* 40, 4, 187-202.
- CAUQUIL J., 1986. - La protection contre les ravageurs du cotonnier par la pulvérisation à très bas volume (ULV) : cas de l'Afrique francophone au sud du Sahara. *Congrès Parasitis 86*, Genève, non publié, 13p.
- CAUQUIL J., 1987. - Cotton-pest control: a review of the introduction of ultra-low-volume spraying in sub-saharan French-speaking Africa. *Crop Protection* 6, 1, 38-42.
- CAUQUIL J., 1987. - La réduction du coût de la protection du cotonnier contre les ravageurs en Afrique francophone au Sud du Sahara. *Document IRCT* (non publié), 12p.
- CAUQUIL J., 1989. - Généralités sur la protection phytosanitaire du cotonnier. *Actes 1^{re} Conférence de la Recherche Cotonnière*, Lomé Togo et IRCT Montpellier, 2, 284-289.
- CAUQUIL J. et COUILLOUD R., 1987. - La protection des cotonniers contre ses prédateurs en Afrique francophone au Sud du Sahara. *Phytoma* 393, 37-42.
- DEGUINE J.P., 1988. - Bilan de la protection des cultures cotonnières au TCHAD par la technique ULV. *Cot. Fib. Trop.* 43, 3, 235-247.
- DEGUINE J.P., 1989. - Etude du recouvrement des cotonniers par les techniques de pulvérisation à très bas volume (TBV) et à ultra bas volume (UBV) au moyen de traceurs fluorescents. *Actes 1^{re} Conférence de la Recherche Cotonnière*, Lomé Togo et IRCT Montpellier, 2, 249-260.
- DEGUINE J.P. et ASFOM P., 1989. - Traitements insecticides à très bas volume (TBV) en culture cotonnière au Cameroun. *Actes 1^{re} Conférence de la Recherche Cotonnière*, Lomé Togo et IRCT Montpellier, 2, 261-270.
- LEDERMAN S., 1988. - Expérimentations en milieu réel sur la protection phytosanitaire du cotonnier au Nord-Cameroun. *Memoire DIAT-ESAT*, CNEARC Montpellier, 52p.
- MARCOUX B., 1989. - Possibilités d'utilisation de seuils par la protection insecticide du cotonnier. *Actes 1^{re} Conférence de la Recherche Cotonnière*, Lomé Togo et IRCT Montpellier, 2, 361-370.
- OUDINOT O., 1989. - Expérimentation sur la technique de pulvérisation très bas volume (TBV) 10 l/ha à l'eau en culture cotonnière au Nord Cameroun. *Memoire DIAT-ESAT*, CNEARC Montpellier, 60p.
- OCHOU G. et VAISSAYRE M., 1989. - Une stratégie nouvelle pour la protection phytosanitaire du cotonnier en Côte d'Ivoire : perspective et limites des applications de pesticides sur seuil d'intervention. *Actes 1^{re} Conférence de la Recherche Cotonnière*, Lomé Togo et IRCT Montpellier, 2, 385-398.

Nouveaux développements dans la protection contre les ravageurs du cotonnier en Afrique francophone au Sud du Sahara *

J. Cauquil

Résumé

Au cours des quinze dernières années, dans les pays d'Afrique francophone au Sud du Sahara, les rendements en culture cotonnière sont passés de 400 kg à 1 120 kg de coton graine à l'hectare.

L'auteur présente les principaux ravageurs, puis les matières

actives, les doses, les techniques d'application et les programmes de traitement actuellement utilisés.

De par les nouvelles tendances et les nouveaux impératifs, l'auteur propose d'orienter les principales composantes de la protection phytosanitaire en vue d'une réduction des dépenses liées à cette protection.

MOTS-CLES : Afrique, cotonnier, ravageurs, techniques d'application, insecticides, protection phytosanitaire, réduction des dépenses.

Généralités

Dans les dix pays d'Afrique francophone au Sud du Sahara (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Centrafrique, Côte d'Ivoire, Mali, Niger, Sénégal, Tchad et Togo), la production qui est essentiellement entre les mains de petits fermiers (25 ares à quelques hectares), s'est développée de façon spectaculaire depuis une vingtaine d'années. Elle est passée de 320 000 tonnes de coton graine en 1970 à près de 1 300 000 tonnes en 1988. Les rendements à l'hectare ont progressé de 400 kg à plus d'une tonne (1 120 kg/ha) et

certains pays comme la Côte d'Ivoire ou le Mali atteignent près de 1 400 kg/ha de moyenne.

Cette évolution de la production est la conséquence d'une série de transferts technologiques parmi lesquels la protection phytosanitaire est l'un des principaux. En effet, les surfaces recevant une protection insecticide (trois applications au minimum) sont passées durant la même période de 25% à près de 80%.

La problématique phytosanitaire actuelle

La protection phytosanitaire du cotonnier dépend de différents facteurs : les principaux ravageurs, les insecticides et les doses employées, les techniques d'application et les composantes du programme de lutte.

Les principaux ravageurs

Les prédateurs du cotonnier peuvent être classés en quatre groupes :

1) Les ravageurs de l'appareil reproducteur : boutons flo-

raux, fleurs et capsules, constituent potentiellement le groupe le plus dangereux. Il s'agit essentiellement de chenilles de Lépidoptères : *Heliothis armigera*, *Diparopsis watersi*, *Earias biplaga* et *E. insulana*, *Pectinophora gossypiella*, *Cryptophlebia leucotreta*. On observe aussi en fin de période de fructification des dégâts dus à des piqûres de différentes espèces d'Hémiptères : Pyrrhocorides (*Dysdercus* spp.), Pentatomides...

2) Les chenilles défoliatrices : *Spodoptera littoralis*, *Sylepta derogata*, *Cosmophila flava* :

* Publication présentée en anglais à l'ICAC, Phoenix, Arizona, octobre 1989.

3) Les piqueurs suceurs : jassides, aleurodes, cochenilles. Ces insectes sont les vecteurs potentiels de maladies du cotonnier à transmission biologique (virose ou mycoplasmoses). *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Ferrisia virgata* produisent des miellats aux conséquences néfastes ;

4) Les acariens : *Polyphagotarsonemus latus* sévit dans les écorégions de savanes boisées ou la pluviométrie annuelle dépasse 1 000 à 1 200 mm. Les Tétranyques ont une incidence économique moindre et sont localisés dans certaines zones : le Centre de la Côte d'Ivoire, le Sud du Bénin et du Togo.

Les insecticides et les doses employées

En 1988-89, les formulations achetées (13 millions de litres de produits commerciaux en équivalent UBV 3l/ha) sont pour 89% des associations binaires pyréthrinoides-organophosphorés, pour 9,7 % des pyréthrinoides seuls et pour 1,3% des insecticides de première génération (monocrotophos). En 1983-84, les proportions étaient de 61%, 31% et 8% (organochlorés).

Les matières actives (m.a.) acquises durant les trois dernières campagnes (1986 à 1988) sont les suivantes, par ordre d'importance des achats en tonnes :

— pyréthrinoides : cyperméthrine (214), fenvalérate (167), alphacyperméthrine (79), cyfluthrine (45), deltaméthrine (25), cyperméthrine high cis (15), cyalothrine L (6), biphenéthrine (0,3) ;
— organophosphorés : profenofos (934), diméthoate (737), chlorpyrifos-ethyl (464), triazophos (393), monocrotophos (274), ométhoate (34), isoxathion (7).

Les pyréthrinoides sont efficaces contre les chenilles carpophages : au début, ces m.a. furent employées seules mais les déséquilibres constatés dans la faune associée au cotonnier ont amené les utilisateurs à les combiner avec des organophosphorés (OP).

Parmi ceux-ci, trois possèdent des propriétés endothermiques et sont efficaces contre les piqueurs suceurs (pucerons et aleurodes essentiellement). Il s'agit de diméthoate, monocrotophos et ométhoate. Les quatre autres sont acaricides et efficaces contre les tarsonèmes, à 250-300 g/ha : avec une dose plus importante (400-450 g), ils peuvent avoir une activité aphicide ou aleurodicide.

Ces insecticides sont, chaque année, achetés par les sociétés de développement d'après les recommandations établies par les organismes de recherche. Ces achats qui sont groupés à l'échelon national et selon le mode de financement, débouchent sur des appels d'offre ou des marchés de gré à gré.

Les spécifications techniques des cahiers de charges sont dans l'ensemble contraignantes pour le choix des molécules, leur formulation et la présentation (emballage) : cette façon de faire élimine tout commerce parallèle

aboutissant ainsi, contrairement à d'autres pays, à une maîtrise du marché des insecticides cotonniers.

Les doses préconisées sont exprimées par la quantité de m.a. éendue à l'hectare pour une application : cette façon de procéder est bien plus rationnelle que les quantités (ml) de formulation à mélanger à l'eau ou à un solvant. En effet, ces dernières vont dépendre du stade végétatif du cotonnier et de la technique d'application.

Il s'agit de doses moyennes qui n'ont jamais abouti à des pertes d'efficacité vis-à-vis des ravageurs visés. Par exemple, cyperméthrine 30 à 40 g/ha, deltaméthrine 7,5 à 12 g/ha, diméthoate 300 à 400 g/ha, triazophos 150 à 300 g/ha, profenofos 250 à 450 g/ha.

Les techniques d'application

Depuis 1975, les pulvérisateurs à disque rotatif UBV (Ultra Bas Volume) épendant de 1 à 3 litres à l'hectare se sont imposés progressivement et sont actuellement employés pour la protection de 99% des surfaces traitées. Quelques reticences à l'UBV se rencontrent au Burkina Faso où certains agriculteurs restent fidèles à l'appareil à dos classique équipé d'une rampe horizontale. Trois marques de matériels sont utilisées BERTHOUD S.A. (CS), MICRON SPRAYERS (Ulva 8, Microulva) et TECNO-MA (Giro 1).

Le volume de formulation épendu à l'hectare avec l'UBV est en général de trois litres d'une formulation prête à l'emploi, cependant le Bénin préconise 2,5 litres tandis que le Cameroun, après s'être déterminé pour deux litres, est passé à un litre en 1985-86, imité par le Tchad en 1987.

La généralisation de l'épendage UBV au sol est liée à sa rapidité d'exécution (de 3 à 4 fois supérieure à celle de l'appareil classique à pression entretenue, équipé d'une rampe horizontale : le passage se faisant toutes les cinq ou six lignes au lieu de deux) ainsi qu'à sa moindre pénibilité. Ces avantages ont obtenu l'adhésion enthousiaste des cultivateurs et ce transfert technologique est indubitablement la raison primordiale de l'augmentation des surfaces protégées dans la zone étudiée avec, pour conséquence, l'amélioration spectaculaire de la productivité.

Cependant, au plan du recouvrement, même si les gouttelettes de diamètre réduit (60 à 100 μ) sont plus nombreuses que dans la pulvérisation classique, on constate une pénétration insuffisante dans la masse du végétal : les parties les plus basses du cotonnier et la face inférieure des feuilles sont rarement atteintes.

Ce mode de traitement s'est avéré très performant pour la maîtrise des déprédateurs de la partie supérieure des plants (chenilles carpophages), mais laisse à désirer dans le cas de diverses catégories de ravageurs (pucerons, aleurodes, acariens). Ces imperfections de la technique UBV peuvent être aggravées dans le cas d'une pulvérisation à 1 l/ha.

Les améliorations proposées sont de deux sortes. En Côte d'Ivoire est préconisée la réduction de la bande traitée qui passerait de 5 à 6 lignes (4 à 4,8 m) à 2-3 lignes (1,6 à 2,4 m). Cette technique qui a donné des résultats expérimentaux intéressants est difficilement vulgarisable chez les paysans. Le Cameroun, suivi par d'autres pays producteurs (Côte d'Ivoire, Centrafrique, Tchad) préconise le très bas volume (TBV) : il s'agit de la dilution acqueuse d'une formulation en émulsion concentrée permettant d'épandre 8 à 10 litres par hectare.

L'équipement est le même que pour l'UBV, seul le diamètre de la buse change ainsi que la vitesse de rotation

du disque. Le passage de l'appareil se fait toutes les 2 ou 3 lignes, selon le développement végétatif des cotonniers.

Le TBV permet d'obtenir des gouttelettes plus volumineuses ($> 100 \mu$) et plus lourdes que l'UBV, mais leur nombre est comparable. Le recouvrement est équivalent sur le sommet des plants et meilleur à leur base. La face inférieure des feuilles reçoit peu de gouttelettes dans les deux cas.

La maîtrise des principaux ravageurs est plus efficace dans le cas du TBV, surtout pour les piqueurs suceurs et les tarsonèmes (tabl. 1).

TABLEAU 1
Comparaison de l'efficacité de l'UBV et du TBV : critères biologiques et rendement en coton graine. Deux années d'expérimentation (1987 et 1988), dans sept pays.

Pays	Nombre d'essais	Chenilles carphages	Pucerons	Aleurodes	Tarsonèmes	Rendement
Bénin	1	-	-	-	-	B
Cameroun	2	A, B	A, A	A, A	-	A, B
Centrafrique	1	-	-	-	A	A
Côte d'Ivoire	1	-	-	-	A	A
Mali	1	C	A	-	-	B
Tchad	1	A	-	-	-	B
Togo	2	A, B	A	A	-	A, A
Total essais	9	6 (3A, 2B, 1C)	4 (4A)	3 (3A)	2 (2A)	9 (5A, 4B)

A : TBV meilleur que UBV (différence significative à 5% au moins)

B : TBV équivalent à UBV

C : TBV inférieur à UBV.

Bien que les dépenses d'énergie soient plus importantes que pour l'UBV (deux fois plus de temps pour le traitement) et la consommation de piles supérieure (pour 7 applications, 7 piles par ha avec l'UBV 1 l/ha et 10 à 12 piles pour le TBV 10 l/ha), cette nouvelle technique peut être génératrice d'économie. En effet, elle permet, contrairement à l'UBV qui pulvérise des formulations prêtes à l'emploi, de séparer les m.a. épandues en fonction des besoins : pyrethrinofide ou OP peuvent être ainsi pulvérisés seuls. De plus, les quantités de m.a. épandues peuvent être modulées en fonction du niveau d'infestation.

Les composantes du programme de lutte

Dans l'état actuel de nos connaissances, la protection du cotonnier contre ses déprédateurs relève d'une lutte chimique raisonnée. Dans l'ensemble des pays considérés et pour des raisons d'efficacité et de logistique, les programmes de traitement sont préétablis en fonction de l'évolution physiologique du cotonnier.

- La date de déclenchement est déterminée suivant le spectre parasitaire : protection prioritaire de la phase reproductive du cotonnier, maîtrise des acariens ou des insectes piqueurs-suceurs. Selon les écorégions, les traitements débutent très tôt : 40-45 jours après la levée (nord Côte d'Ivoire), ou plus tard : 60 jours (Tchad) et même 75-80 jours (Centrafrique).

- Le nombre des interventions dépend de la durée de la phase reproductive utile à protéger (cycle de floraison-capsulaison) et de la rentabilité de l'opération liée au potentiel de production. Les applications sont au nombre de 4 à 6 selon les pays, avec comme extrêmes 3 ou 4 en Centrafrique et 8 ou 9 au Cameroun.

- L'intervalle entre deux applications successives dépend de nombreux facteurs : physiologie de la plante, biologie des ravageurs, rémanence des insecticides, climatologie. Il est difficile d'aller au-delà de 14 jours. Dans certains pays, il peut être réduit à 10-12 jours et quelquefois 7 jours.

Tendances et changements au cours des dernières années

L'intensification de la culture cotonnière, les difficultés économiques des filières cotonnières nationales et divers autres facteurs ont eu des répercussions sur la protection du cotonnier contre les déprédateurs. Nous allons envisager ces modifications dans deux domaines : le système de culture et la mentalité des intervenants.

Le système de culture

Au niveau de la plante, grâce au progrès du labour mécanique et de la fumure minérale, le développement végétatif est dans certains cas très important, ce qui rend difficile un bon recouvrement du couvert végétal par les traitements lorsque le cotonnier a atteint sa taille maximale. D'autre part, la conjonction des traitements UBV et de l'utilisation d'un pyrethrinolide seul a, dans de nombreux cas, détruit l'équilibre faunistique au profit des ravageurs vivant sous les feuilles où à la base du plant piqueurs-suceurs, tarsonèmes. Par ailleurs, l'amélioration du rendement des diverses spéculations retarde la récolte de coton-graine située après celles du maïs ou du sorgho. Ce dernier peut rester sur pied jusqu'à deux ou trois mois après la déhiscence des capsules et les souillures de miellats dues aux pucerons ou aux aleurodes se déposent sur la fibre de façon irréversible.

A la parcelle individuelle officielle, plantée en coton, se trouve souvent ajoutées des parcelles supplémentaires et non déclarées ; elles sont souvent semées tardivement mais bénéficient d'une partie des intrants destinés aux cultures enregistrées par l'encadrement. Dans le cas des insecticides, cela va aboutir à une diminution des doses appliquées quand bien même le nombre des applications est plus rarement touché. Dans certains pays Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, avec l'aide de la traction bovine ou de la motorisation intermédiaire, la surface plantée en cotonniers augmente pour atteindre une dizaine d'hectares par exploitation. On n'a plus à faire à un paysan mais à un véritable entrepreneur redevable de techniques d'application plus sophistiquées.

L'assolement associé au cotonnier des spéculations améliorées qui peuvent déséquilibrer le spectre parasitaire au profit de certaines espèces : *Heliothis armigera*, *Cryptophlebia leucotrera*, suivent maïs et sorgho, de nombreux Hémiptères sont associés aux légumineuses, les aleurodes sont les hôtes des cultures maraîchères ou du manioc. Dans

le cadre de la rotation, la non destruction des cotonniers après la récolte favorise le développement de l'infestation de *Pectinophora gossypiella*. Par ailleurs, les vecteurs des maladies à transmission biologique (maladie bleue, mosaïque) deviennent infectieux en se nourrissant sur les repousses de cotonniers malades durant l'inter campagne.

La mentalité des intervenants

Dans la majorité des pays concernés, la technicité du paysan s'est améliorée alors que l'encadrement de base s'intéresse de moins en moins aux travaux des champs pour diverses raisons. Par voie de conséquence, les cultivateurs se trouvent plus indépendants vis-à-vis des recommandations concernant la protection sanitaire. La mise en place de structures collectives paysannes (coopératives, associations ou groupements villageois) débouche souvent sur la gestion des intrants et la responsabilité collective de leur remboursement, ce qui est une bonne chose en soi. Moins intéressante est la délégation par les chefs de famille du soin de réaliser les traitements UBV aux enfants : c'est tellement simple et peu pénible que les hommes ne veulent plus l'assurer.

Poussées par les organismes bailleurs de fonds les sociétés cotonnières mettent en place différentes mesures pour réduire les frais de fonctionnement. Les mailles de l'encadrement deviennent de plus en plus lâches et les salaires ne suivant pas toujours l'augmentation du coût de la vie, les encadreurs sont d'une qualité technique et d'une ardeur au travail déclinantes. De toute façon, ils sont beaucoup plus juges sur leur capacité de gestionnaire que sur leurs connaissances agronomiques. Les insecticides pour lesquels les subventions disparaissent sont vendus le plus souvent à leur prix de revient, ce qui conduit les agriculteurs à réduire les quantités appliquées à l'hectare.

Les comptables prenant le pas sur les agronomes, certaines solutions économiques paraissent dangereuses : achat de pyrethrinolides seuls pour une partie du programme en supprimant l'OP dans la formulation, passage à l'UBV 1 l/ha ...

Dans le même esprit, le programme de protection calendaire est remis en cause au profit de programmes utilisant les seuils d'intervention et permettant de réaliser des économies sur la maîtrise des ravageurs.

Les possibilités d'économie dans le programme d'intervention

Les économies sur la protection phytosanitaire du cotonnier peuvent porter sur deux points essentiels :

- les formulations épandues et la technique d'application du produit commercial ;
- le programme d'intervention.

Economies liées à la formulation et à la technique d'application

Certaines économies monétaires peuvent être réalisées sur les formulations commerciales, sans changer la qualité et la quantité des m.a. recommandées.

L'emballage et le conditionnement sont moins chers lorsqu'on passe des boîtes doses ou des bidons de faible volume (1 à 5 l) à des fûts métalliques de 50 à 200 litres, mais il est évident que les risques de pollution augmentent.

D'un autre côté, la régionalisation des programmes permet d'acheter les m.a. les mieux adaptées aux ravageurs visés : par exemple, les pyrethrinoides les plus efficaces sur telle ou telle chenille carpophage ou les OP à propriétés aphicide, aleurodicide ou acaricide selon les cas.

Les quantités épanchées et les doses appliquées peuvent être modulées en fonction du développement végétatif du cotonnier. En UBV, par exemple, 2 l/ha pour les deux premiers traitements, 2,5 l/ha pour le troisième et 3 l/ha pour les trois autres. Ce qui permet d'économiser 2,5 litres de formulations sur un programme de 18 litres.

Dans les associations, certains OP comme triazophos ou profenofos permettent de diminuer la dose de pyrethrinoides tout en obtenant une efficacité comparable contre les chenilles des capsules : il est donc intéressant de profiter de cette « potentialisation ».

Parmi les techniques d'application développées dans la zone qui nous intéresse, l'UBV 3 l/ha qui pulvérise des formulations prêtes à l'emploi revient 15 à 20% plus cher que l'UBV 1 l/ha, pour l'épandage de mêmes quantités de m.a. à l'hectare. En effet, il y a à la fois économie sur les solvants nécessaires et sur les frais de transport.

La souplesse du TBV qui permet de séparer les m.a. et de moduler leurs doses selon les besoins est potentiellement génératrice d'économies substantielles. Par ailleurs, l'emploi de formulations en émulsion concentrée (EC) donne l'accès, pour l'achat, à un marché bien plus ouvert que celui des formulations UBV.

Les nouveaux programmes générateurs d'économie

Quatre solutions sont possibles dans ce domaine :

- réduction du nombre des applications par retard au déclenchement du programme ;
- suppression d'une m.a. dans un ou plusieurs traitements ;
- réduction des doses de m.a. épanchées ;
- seuil d'intervention *sensu stricto*.

Le retard au déclenchement du programme d'intervention

Il consiste à ne pas réaliser le premier traitement à la date fixée (45° ou 60° jour après la levée) mais à attendre que les ravageurs visés soient réellement présents dans le champ. Il s'agit d'un seuil économique en de ça duquel le programme ne sera pas déclenché. Cette technique peut permettre de sauvegarder une à trois applications sur six. Cependant, quelquefois, il peut y avoir simplement glissement du programme qui sera alors retardé, en gardant les

six applications, parce que le parasitisme et la végétation du cotonnier nécessitent une protection soutenue en fin de cycle.

Suppression d'une m.a. dans un ou plusieurs traitement(s)

En relation avec le spectre parasitaire, les m.a. normalement associées peuvent être séparées. Deux schémas sont possibles : couverture pyrethrinoides avec adjonction d'OP lorsque cela est nécessaire (acaricide ou aphicide selon les cas), ou bien une couverture OP avec l'apport de pyrethrinoides au moment opportun.

Cette solution est beaucoup plus facile à réaliser avec la technique TBV, car les m.a. sont plus aisément séparées qu'en UBV où la formulation prête à l'emploi renferme, en général, deux m.a. associées. Dans les deux cas, un seuil d'intervention simple détermine le choix de l'une des deux alternatives : m.a. seule ou association binaire.

La pulvérisation de m.a. avec des doses inférieures à la normale

Elle peut se faire selon deux modèles : lutte étagée ou sous dosage-cadence.

• La lutte étagée consiste à respecter le calendrier de traitements classiques en n'utilisant qu'une demi-dose pour les m.a. choisies, tant que le seuil d'intervention ne sera pas atteint. Dans le cas contraire, on pulvérise avec la dose normale. Selon que l'on travaille en TBV ou en UBV, on peut séparer les deux m.a. ou les garder associées. Ce type de programme a l'avantage sur le seuil économique *sensu stricto* de pulvériser régulièrement une demi-dose qui peut servir de sécurité au cas où l'infestation d'un ravageur cardinal serait oubliée. Il nécessite une évaluation hebdomadaire du statut des déprédateurs, préalable à l'épandage.

• Le sous-dosage cadence mis au point sur la station de Bébedjia (Tchad) est actuellement vulgarisé au Cameroun (10 000 ha en 1989).

Il s'agit de pulvériser avec une fréquence double des doses de m.a. réduites au tiers des doses normales. C'est ainsi qu'en 1988, dans la région de Garoua au Cameroun, 118 ha ont bénéficié de ce type de programme. Les 14 applications sont séparées en trois phases et comparées au programme normal de 7 traitements.

a) 6 applications : cyfluthrine 6g m.a./ha + profenofos 100 g m.a./ha (programme normal : 3 applications 18-300 g m.a./ha) ;

b) 6 applications : cyfluthrine 6g m.a./ha + monocrotophos 75g m.a./ha (programme normal : 3 applications 18-225 g m.a./ha) ;

c) 2 applications : monocrotophos 100 g m.a./ha (programme normal : 1 application 300 g m.a./ha) ;

La technique TBV, avec du matériel BERTHOUD C8 fut employée : les paysans ont accepté facilement ce nouveau type de traitement et les niveaux de protection des deux modèles furent équivalents.

Il est évident que ces deux types de programmes d'intervention demandent des paysans et un encadrement motivés. Il est en outre nécessaire de veiller à ce que les m.a. pulvérisées ne perdent pas leur efficacité sur les ravageurs visés. Une série de tests de DL50 doit être menée tout au long de l'année. Pour cela, l'équipement existe puisque la plupart des pays producteurs possèdent de telles facilités.

Il faut aussi considérer que, dans de nombreux cas pour les raisons citées plus haut, les paysans pulvérisent souvent au-dessous de la dose théorique recommandée : il faut donc bien leur faire comprendre qu'il s'agit d'une réduction de la dose qu'ils sont sensés épandre et non de la dose qu'ils appliquent en pratique.

Seuils d'intervention *sensu stricto*

Ils sont beaucoup plus difficiles à mettre en pratique. En effet, les spectres parasitaires très ouverts renferment de nombreux ravageurs potentiels et la définition du niveau du seuil est délicate, car elle dépend non seulement du ravageur visé mais aussi du rendement de la culture à protéger qui varie énormément d'un agriculteur à l'autre. L'évaluation quantitative du seuil est simple à mener dans le cas des piqueurs-suceurs ou des acariens, mais délicate pour les chenilles surtout celles à régime endocarpique (*Pectinophora*, *Cryptophlebia*). Dans ce dernier cas, il est nécessaire de récolter des organes fructifères et de les ouvrir pour dénombrer les larves en place. Enfin à cause de l'hétérogénéité des cultures, la taille du plus petit échantillon représentatif d'une parcelle ou d'un bloc de culture renfermant plusieurs parcelles individuelles est beaucoup plus importante que dans une ferme mécanisée.

Certains points demandent aussi attention :

- la perception de la technique d'évaluation du seuil économique par l'encadrement et par le paysan ;
- le rythme de réalisation des comptages (1 ou 2 fois par semaine) ;
- la fidélité de l'observation.

Ces dernières considérations sont étroitement liées à la formation du personnel intéressé.

Compte tenu de ces raisons, le traitement du cotonnier sur seuil ne paraît pas être réalisable facilement dans un proche avenir.

On peut penser qu'il est utilisable dans les zones où le spectre parasitaire est composé de chenilles carpophages (*Heliothis*, *Diparopsis*) à comportement exocarpique et de piqueurs-suceurs, mais il est difficilement applicable dans les zones infestées par les chenilles carpophages à régime endocarpique.

Une solution intermédiaire est proposée par MARCOUX en Zambie. Il se base uniquement sur l'abscission parasitaire préflorale pour déterminer le seuil d'intervention, trois à cinq jours avant le déclenchement du traitement, avec un examen tous les 14 jours. Il s'agit ensuite non pas de déclencher un traitement si le seuil est atteint, mais au contraire de supprimer une application sur le programme de cinq lorsque le seuil n'est pas atteint. En 1989, les seuils de 3,5% et 7% d'organes parasités ont donné des résultats comparables au témoin (5 applications) avec respectivement 4 et 3 applications.

L'emploi du seuil d'intervention n'est pas toujours générateur d'économie comme l'ont montré OCHOU et VAISSAYRE en Côte d'Ivoire : il peut quelquefois déboucher sur un nombre d'applications supérieur au programme sur calendrier et dans certains cas engendrer une perte de production. Les auteurs préconisent plutôt les programmes avec des doses réduites et un retard au déclenchement des premiers traitements.

Conclusion

Le bilan de la protection contre les ravageurs telle qu'elle est réalisée en Afrique francophone au Sud du Sahara est largement positif. En effet, malgré un parasitisme important et varié, les nuisances sont réduites au minimum et permettent une productivité satisfaisante par une consommation ménagée d'insecticides (moins de 15 litres de formulation commerciale par hectare traité).

Il s'agit en fait d'une lutte raisonnée faisant intervenir différents facteurs complémentaires : un programme chimique utilisant volontairement un nombre limité de m.a. (deux à trois) choisies pour leur efficacité sur les prédateurs dominants, les techniques culturales les mieux adaptées (labours précoces pour détruire les chrysalides dans le sol, regroupement des dates de semis, sarclages), l'adop-

tion de mesures prophylactiques adéquates (destruction des cotonniers par le feu après la récolte).

Grâce à l'ensemble de ces mesures, la protection phytosanitaire du cotonnier, réalisée jusqu'à présent, ne connaît pas d'échec majeur. Les m.a. épandues n'ont pas perdu d'efficacité sur les ravageurs visés, l'équilibre faunistique bien que touché n'est pas atteint de façon irréversible, l'environnement est préservé grâce à l'utilisation de quantités raisonnables d'insecticides.

Cependant, tout ce système fonctionnant en harmonie depuis deux décennies paraît fragile : l'encadrement est moins vigilant, les paysans aspirent à une indépendance grandissante vis-à-vis des recommandations théoriques

qu'il faut canaliser pour éviter des erreurs dangereuses, les sociétés cotonnières remettent en cause les bases de la protection phytosanitaire pour en diminuer le coût.

La recherche doit répondre à ces besoins par des actions coordonnées :

- meilleure connaissance de la faune nuisible et utile afin de régionaliser les recommandations phytosanitaires ;
- mise à jour des meilleures formulations et de l'épandage le plus efficace selon les écorégions ;
- expérimentation de programmes d'intervention les mieux adaptés aux pays concernés, en fonction du spectre parasitaire, des conditions du milieu et des possibilités de chacun.

Il faut cependant être conscient des limites de ces actions et considérer qu'elles amèneront plus sûrement à une meilleure efficacité de la protection insecticide qu'à une réduction significative des coûts.

Il est aussi important de considérer les risques encourus par de telles entreprises : risque immédiat de perte de production si un ou plusieurs ravageurs sont sous-estimés au moment des observations destinées à la réalisation des seuils d'intervention et risque plus lointain de diminution de l'efficacité des m.a. ou de pullulation d'un déprédateur par suite de la rupture de l'équilibre faunistique naturel.

Nuevos adelantos en la protección contra los devastadores del algodónero en el Africa subsahariana francófona

J. Cauquil

Resumen

Estos últimos quince años, en los países del Africa subsahariana francófona los rendimientos del cultivo algodónero pasaron de 400 kg a 1 120 kg por hectárea de algodón en rama.

El autor presenta los principales devastadores, las materias activas, las dosis, las técnicas de aplicación y los programas de tratamiento que se utilizan hoy en día.

Debido a las nuevas tendencias y a los nuevos imperativos, el autor propone orientar los principales componentes de la protección fitosanitaria hacia la reducción de los gastos ligados a la protección.

PALABRAS CLAVE : Africa, algodónero, devastadores, técnicas de aplicación, insecticidas, protección fitosanitaria, reducción de los gastos.